

PAT-NO: JP405266434A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05266434 A

TITLE: MAGNETO-RESISTANCE EFFECT REPRODUCING HEAD

PUBN-DATE: October 15, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HAMAKAWA, YOSHIHIRO

KOBAYASHI, TOSHIO

KOYAMA, NAOKI

KITADA, MASAHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04065749

APPL-DATE: March 24, 1992

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the magneto-resistance effect type reproducing head which prevents the generation rate of Barkhausen noises and has a good offtrack characteristic.

CONSTITUTION: The magneto-resistance effect type head consisting of a **ferromagnetic material pattern** 30 having a magnetosensitive region 11 of a central part and magnetic domain control regions at ends, electrode patterns 40 connected to both ends thereof, a pattern for generating a bias in a transverse direction in the **ferromagnetic material pattern** 30, soft magnetic films provided on both sides in order to magnetically **shield the ferromagnetic material pattern** 30 and a base body supporting these films is provided. The magneto-resistance effect head has the length W of the magnetosensitive region 11 of the central part smaller than the distance T between the inside end faces of the electrode patterns 40 and is determined in track width substantially by the length W of the magnetosensitive region 11 of the central part. Both inside end faces of the magnetic domain control regions 12 at the ends are so formed as to coincide with the inside end faces of the recordings 40 or to exist on the inner side thereof.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-266434

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数10(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-65749

(22)出願日 平成4年(1992)3月24日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 濱川 佳弘

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 小林 俊雄

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 小山 直樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

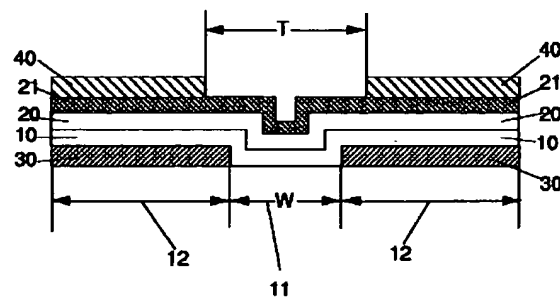
(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果再生ヘッド

(57)【要約】 (修正有)

【目的】バルクハウゼンノイズの発生率を防止し、オフトラック特性の良好な、磁気抵抗効果型再生ヘッドを得る。

【構成】中央部感磁領域11と端部磁区制御領域12を有する強磁性体パターン30、この両端に接続された電極パターン40、該強磁性体パターン30に横方向バイアスを発生するためのパターン、該強磁性体パターン30を磁気シールドするために両側に設けた軟磁性膜、およびこれを支持する基体からなる磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、該中央部感磁領域11の長さWが、該電極パターン40の内端面間距離Tよりも小さく、実質的に中央部感磁領域11の長さWによって、トラック幅が決まることを特徴とする磁気抵抗効果再生ヘッド。該端部磁区制御領域12の両内端面とも電極40内端面の電極40内端面と一致するか内側にあるようにした。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】中央部感磁領域と端部磁区制御領域を有する磁気抵抗層、この両端に接続された電極、該磁気抵抗層に横方向バイアスを発生するためのパターン、該磁気抵抗層を磁気シールドするために両側に設けた軟磁性膜、およびこれを支持する基体からなる磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、該中央部感磁領域の長さ（該端部磁区制御領域内端面間距離）が、該電極の内端面間距離よりも小さく、実質的に磁区制御領域内端面間隔距離が再生トラック幅となることを特徴とする磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項2】前記磁気抵抗層において、該端部磁区制御領域の保磁力が該中央部感磁領域の保磁力よりも大きいことを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項3】前記磁気抵抗層の端部磁区制御領域に直接接した硬磁性体層を備え、前記磁気抵抗層の中央部感磁領域を単磁区状態に維持するため、磁界および強磁性交換結合による縦バイアスを発生させる手段を含む請求項1または請求項2記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項4】前記硬磁性体層の残留磁束密度が、1.0 T以下であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のうちのいずれかに記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項5】前記硬磁性体層としてC o合金系の硬磁性体膜であることを特徴とする請求項1ないし請求項4のうちのいずれかに記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項6】前記磁気抵抗層の端部磁区制御領域に直接接した反強磁性体層を備え、前記磁気抵抗層の中央部感磁領域を単磁区状態に維持するため、反強磁性交換結合による縦バイアスを発生させる手段を含む請求項1または請求項2記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項7】前記磁気抵抗層の端部磁区制御領域に直接接した元素の拡散源となる膜を備え、熱処理によって拡散を生じせしめ硬磁性体とすることによって磁区制御領域を形成する請求項1または請求項2記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項8】前記磁気抵抗層の端部磁区制御領域を、前記磁気抵抗層にイオンを打ち込むことによって形成することを特徴とする請求項1または2項記載の磁気抵抗効果再生ヘッド。

【請求項9】請求項1ないし請求項8のうちのいずれかに記載の磁気抵抗効果再生ヘッドを再生ヘッドとし、誘導型ヘッドを記録ヘッドとし、それらを重ね合わせたことを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項10】請求項9記載の記録再生分離型磁気ヘッドを備えたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気記録媒体から情報信号を読み取るための再生ヘッドに関するものであり、

特に、改良された磁気抵抗効果型再生ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気抵抗効果（MR）センサまたはヘッドと呼ばれる磁気読み取り変換器が知られている。このようなセンサーは、大きな線形密度の磁気表面からデータを読み取ることができることが知られている。MRセンサは、磁気抵抗効果材料から作った読み取り素子の抵抗変化を使って、磁気信号を素子が感知する磁束の量および方向の関数として検出する。

10 【0003】従来では、MR素子が最適に動作するためには、2つのバイアス磁界をかける必要があることも示されている。磁束に対する応答が線形になるようにMR素子にバイアスをかけるために、一般に横方向バイアス磁界を使用する。このバイアス磁界は、磁気媒体の面に垂直で平坦なMR素子の表面に平行である。このバイアス印加法には電流バイアス、シャントバイアス、ソフトバイアス、ソフトアシストレーヤ（SAL）バイアス等、種々の方法がある。これらの横方向バイアスはヘッドをR-H特性曲線の最も直線的な範囲にバイアスさせるのに十分なレベルで発生される。

20 【0004】MR素子で使用されている他のバイアス磁界は、当技術分野で縦バイアス磁界と呼ばれるもので、磁気媒体の表面に平行、かつMR素子の長手方向に平行である。縦バイアス磁界の機能は、MR素子内の多磁区作用から生じるバルクハウゼンノイズを抑えることである。

30 【0005】MRセンサー用のバイアス法及び装置が従来技術で多数開発されている。しかし、記録密度を大きくするにつれて、記録トラックをより狭くし、トラックにそった線形記録密度を大きくすることが必要になってきた。これらの要件を満たす小型MRセンサは、従来技術を使用して実現できない。

40 【0006】これらの従来技術の問題に対する概念上の解決策が、パターン化した縦方向バイアスの実施によって得られた。この解決策は特開昭60-59518および特開平2-220213に記述されている。簡単に言うと、上記の発明はMR層の端部領域を適切な単磁区状態にし、この結果、MR層の中央部感磁領域内に単磁区状態が誘導するものである。これは、MR層の端部領域内だけに縦方向バイアスを発生させることによって実現できる。

この概念の実施例では、縦方向バイアスは、硬磁性体層と軟磁性MR層の間の強磁性交換結合もしくは静磁結合によって実現される。

【0007】特開昭60-59518には電極と磁気抵抗（MR）層の重なる部分にのみMR層より保磁力の大きい強磁性体層を設けた強磁性結合による縦方向バイアスの実現方法が記載されている。また、ここで用いられている膜厚はMR層が200-1000Å、保磁力の大きい強磁性体層が500-3000Åと記載されている。

【0008】さらに、特開平2-220213には硬磁性体の層とMR素子の間の静磁結合によって縦バイアスを実現する方法が記載されている。また、この方法では、軟磁性膜MR層と交換結合した硬磁性体層の固有保磁力が実質上消失し、バイアスの永続性に問題があること、さらに、硬磁性体層からの磁束によって横方向感度プロファイルに悪影響を与えることを避けるために、硬磁性体層をMR層に平行で、MR層から隔置させている。実際には、硬磁性体薄膜とMR層の端部磁区制御領域の間に非磁性スペーサ層を挿入し、硬磁性体薄膜の厚さをMR層の端部磁区制御領域内の磁束と、MR層中央部感磁領域の縦方向磁束との間の磁束比が望ましい比になるように選択している。また、この目的には、50から200nmのスペーサ層が適し、導電性の適切な非磁性体としてCr, W, Nb, 及びTaが好ましいとしている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】公知の技術は、いずれも硬磁性体層に直接接している端部磁区制御領域の内端面と電極のそれぞれの内端面が一致しないしは、電極の内端面が端部磁区制御領域の内端面よりも内側にあり、実質的に電極の内端面間距離により磁気抵抗効果素子のトラック幅が決定されるようになっている。

【0010】ところが、実際の大量生産を考えた場合、端部磁区制御領域の内端面間の中心と、電極の内端面間の中心がずれる場合があり、端部磁区制御領域の内端面の一方が電極の内端面よりも大幅に外側にずれることがある。端部磁区制御領域の内端面が電極の内端面よりも大幅に外側にずれた場合、電極端部近傍には、硬磁性体層からの縦バイアスが十分かからないことがある。従って、電極端部近傍の応力集中等によって誘発される磁壁の発生を抑えることができず、バルクハウゼンノイズを抑えることができない場合があった。

【0011】本発明の主目的は、磁気抵抗効果素子の大量生産を考えた場合に、高歩留まりでバルクハウゼンノイズが抑制された磁気抵抗効果再生ヘッドを得ることにある。

【0012】本発明の他の目的は、端部磁区制御領域の内端面間距離によってトラック幅を決定し、オフトラック特性の良好な磁気抵抗効果型再生ヘッドを得ることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するために、端部磁区制御領域の内端面間距離を、電極の内端面間距離以下とすることとした。さらに、端部磁区制御領域の内端面の両内端面とも電極内端面の電極内端面と一致するか内側にあるようにパターンを形成した。

【0014】

【作用】本発明によれば、端部磁区制御領域の内端面間距離を電極の内端面間距離以下にすることにより、作成

プロセスにおいて、硬磁性体層内端面間の中心位置と電極内端面間の中心位置がずれても、硬磁性体層の両端部とも電極端部位置と一致するか内側にあり、電極端部で発生する磁壁を抑えるのに十分な縦バイアスを電極近傍に印加できる。したがって、バルクハウゼンノイズの発生しない磁気抵抗効果再生ヘッドを歩留まり良く得ることができる。さらに、実質的に端部磁区制御領域の内端面間距離によってトラック幅が決まっており、オフトラック特性の良好な磁気抵抗効果型再生ヘッドを得ることができる。

【0015】

【実施例】以下、実施例に基づき詳細に説明する。

【0016】[実施例1] 本発明による代表的な磁気抵抗効果(MR)再生ヘッドは、第1図に示すように、磁気抵抗層10、横方向バイアス印加用シャント膜20、SAL膜21、縦方向バイアス印加用硬磁性体層30、電極層40から構成される。また、磁気抵抗層10は、媒体からの情報磁界を検出する中央部感磁領域11および中央部感磁領域の磁区構造を制御し、バルクハウゼンノイズの発生を抑制するための端部磁区制御領域12に分けられる。本発明は特開昭60-59518および特開平2-220213で開示された方法とは異なる方法で磁気抵抗層10をバイアスとする。すなわち、縦方向バイアスおよび横方向バイアス共に中央部感磁領域11をバイアスするものである。

【0017】ここで、縦方向バイアスは、磁気抵抗層10に平行とし、端部磁区制御領域12に直接接する硬磁性体層30によって発生させる。また、横方向バイアスは、磁気抵抗層10に平行するシャント膜20およびSAL膜21によって発生させる。電極層40は、信号検出電流およびバイアス電流を磁気抵抗層10およびシャント膜20に伝え、出力信号を外部電気回路に伝えるための電気経路である。また、電極内端面間距離をT、硬磁性体内端面間距離をWとした場合、 $T \geq W$ とした。さらに、硬磁性体の内端面の両内端面とも電極内端面の電極内端面と一致するか内側にあるようにした。

【0018】この実施例では、磁気抵抗層の厚さを5から20nm、硬磁性体層の厚さを10から100nm、シャント層の厚さを10から40nmとした。また、磁気抵抗層はNi-Fe合金、硬磁性体層は、CoPtCr合金、シャント膜は、Nb膜とした。硬磁性体層は、CoPt合金、CoPtPd合金、CoPtNi合金、CoCrTa合金等のCo合金系の磁気記録媒体材料もしくは他の硬磁性体材料が有効であった。また、硬磁性体層の残留磁束密度が1.0T以上であると、再生出力が急激減少するので、1.0T以下が望ましい。

【0019】図2は、図1において、電極内端面对面間の中心と硬磁性体内端面間の中心位置とのずれをSとバルクハウゼンノイズ発生率との関係を示している。ここで、バルクハウゼンノイズ発生率とは、それぞれのSの

ヘッドを100個測定したときの、バルクハウゼンノイズが発生したヘッドの個数を100分率で示したものである。

【0020】ここでは、(A) Wが3 μ m、Tが7 μ mの場合と(B) Wが7 μ m、Tが3 μ mの場合を示している。Sが正であることは、硬磁性体内端面間の中心が電極内端面間の中心よりも、図1において向かって右側にずれていることを意味している。(B)の場合は、バルクハウゼンノイズ発生率が大いなのに対し、(A)の場合は、Sが小さいときは、バルクハウゼンノイズが発生しない。しかし、Sが大きくなるとバルクハウゼンノイズの発生率が急激に増大する。特に硬磁性体内端面が電極内端面よりも外側にずれ始めるあたりから急激にバルクハウゼンノイズは、発生する。

【0021】すなわち、(A)の場合の方が、ヘッド作成プロセスによる硬磁性体パターンと電極パターンのずれに関するマージンが広く、歩留良くヘッドを作成できる。

【0022】なお、磁気抵抗層の厚さは薄いほど信号の検出に必要な電流密度を大きくすることが可能になり、信号の再生出力は増加することになり好ましい。実質的に高再生出力が得られる膜厚は、20nm以下であった。これは、磁気抵抗層の厚さが薄くなると流れる電流によって発生する熱量が減少し、エレクトロマイグレーションによるMR層の劣化が抑制されるためである。ただし、MR層は膜厚が薄くなるほど欠陥が増加し、ピンホール等が発生しやすくなる。実質的に使用可能な膜厚は5nm以上であった。

【0023】図3は、(A) Wが3 μ m、Tが7 μ m、Sが0 μ mの場合と(B) Wが7 μ m、Tが3 μ m、Sが0 μ mの場合の録再分離型ヘッドのオフトラック特性を示している。記録ヘッドとしては、トラック幅5 μ mの誘導型磁気ヘッドを用いた。(A)の場合は、記録ヘッドで記録した信号から、磁気抵抗効果型再生ヘッドをずらしたとき、信号強度が30dB減衰する幅は7 μ mであり、(B)の場合は、10 μ mであった。

【0024】このように、(A)の場合の方がオフトラック特性が優れており、実質的に硬磁性体層の内端面間の距離によって、磁気抵抗効果型再生ヘッドのトラック幅が決定されている。

【0025】なお、本発明の磁気抵抗効果型ヘッドを再生ヘッドに用い、記録ヘッドとして誘導型磁気ヘッドを用い、重ね合わせた録再分離型ヘッドは、バルクハウゼンノイズが発生せず、狭トラック密度化が可能となった。また、このような録再分離型ヘッドを用いた磁気記録再装置は、大容量、小型化が可能であった。

【0026】[実施例2] 本発明による他の磁気抵抗効果(MR)再生ヘッドは、第4図に示すように、磁気抵抗層10、横方向バイアス印加用シャント膜20、SAL膜21、縦方向バイアス印加用硬磁性体層30、電極

層40から構成される。また、磁気抵抗層10は、媒体からの情報磁界を検出する中央部感磁領域11および中央部感磁領域の磁区構造を制御し、バルクハウゼンノイズの発生を抑制するための端部磁区制御領域12に分けられる。

【0027】実施例1と異なるところは、硬磁性体層30を磁気抵抗層10の上に設けたところにある。このようにすることにより、磁気抵抗層を平坦な部分に形成できるため、硬磁性体層の段さによる応力の影響を緩和できる。このような磁気抵抗効果型再生ヘッドにおいても、硬磁性体層の端部間距離を電極の内端面間距離以下にすることにより、作成プロセスにおいて、硬磁性体層内端面間の中心位置と電極内端面間の中心位置がずれても、硬磁性体層の両端部とも電極端部位置と一致するか内側にあり、電極端部で発生する磁壁を抑えるのに十分な縦バイアスを電極近傍に印加でき、バルクハウゼンノイズ発生率、オフトラック特性に関して、実施例1と同様の効果があった。

【0028】[実施例3] 本発明による他の磁気抵抗効果(MR)再生ヘッドは、第5図に示すように、磁気抵抗層10、横方向バイアス印加用シャント膜20、SAL膜21、縦方向バイアス印加用硬磁性体層30、電極層40から構成される。また、磁気抵抗層10は、媒体からの情報磁界を検出する中央部感磁領域11および中央部感磁領域の磁区構造を制御し、バルクハウゼンノイズの発生を抑制するための端部磁区制御領域12に分けられる。

【0029】実施例1、実施例2と異なるところは、SAL膜21、シャント膜20、磁気抵抗層10の上に、硬磁性体層10、電極層40を形成している。このようにすることにより、SAL膜21、シャント膜20、磁気抵抗層を平坦な基体に形成することにより、SAL膜21、磁気抵抗層10は、段さによる応力の影響を受けにくくなる。このような磁気抵抗効果型再生ヘッドにおいても、硬磁性体層の端部間距離を電極の内端面間距離以下にすることにより、作成プロセスにおいて、硬磁性体層内端面間の中心位置と電極内端面間の中心位置がずれても、硬磁性体層の両端部とも電極端部位置と一致するか内側にあり、電極端部で発生する磁壁を抑えるのに十分な縦バイアスを電極近傍に印加でき、バルクハウゼンノイズ発生率、オフトラック特性に関して、実施例1、実施例2と同様の効果があった。

【0030】[実施例4] 本発明による他の磁気抵抗効果(MR)再生ヘッドは、第6図(A)、(B)に示すように、磁気抵抗効果層10、横方向バイアス印加用シャント膜20、縦方向バイアス印加用硬磁性体層30、電極層40から構成されている。また、磁気抵抗層10は、媒体からの情報磁界を検出する中央部感磁領域11および中央部感磁領域の磁区構造を制御し、バルクハウゼンノイズの発生を抑制するための端部磁区制御領域1

2に分けられる。

【0031】実施例1、実施例2、実施例3と異なるところは、横方向バイアス印加用にシャント膜20のみを用いているにある。(A)(B)に示すような磁気抵抗効果型再生ヘッドにおいても、硬磁性体層の端部間距離を電極の内端面間距離以下にすることにより、作成プロセスにおいて、硬磁性体層内端面間の中心位置と電極内端面間の中心位置がずれても、硬磁性体層の両内端面とも電極内端面位置と一致するか内側にあり、電極端部で発生する磁壁を抑えるのに十分な縦バイアスを電極近傍に印加でき、バルクハウゼンノイズ発生率、オフトラック特性に関して、実施例1、実施例2、実施例3と同様の効果があった。

【0032】[実施例5]本発明による他の磁気抵抗効果(MR)再生ヘッドは、第7図(A)(B)に示すように、磁気抵抗効果層10、横方向バイアス印加用シャント膜20、電極層40から構成されている。また、磁気抵抗層10は、媒体からの情報磁界を検出する中央部感磁領域11および中央部感磁領域の磁区構造を制御し、バルクハウゼンノイズの発生を抑制するための端部磁区制御領域12に分けられる。

【0033】ここでは、端部磁区制御層を特開平3-242983に開示されているのと同等の方法によって高保磁力化(高保磁力層13)した。このような、磁気抵抗効果型再生ヘッドにおいても、端部磁区制御領域内端面間距離を電極の内端面間距離以下とすることにより、作成プロセスにおいて、硬磁性体層内端面間の中心位置と電極内端面間の中心位置がずれても、端部磁区制御領域の内端面とも電極内端面位置と一致するか内側にあり、電極端部で発生する磁壁を抑えるのに十分な縦バイアスを電極近傍に印加でき、バルクハウゼンノイズ発生率、オフトラック特性について、実施例1、実施例2、実施例3、実施例4と同等の効果があった。

【0034】なお、端部磁区制御領域にC₆₀イオンなどのような金属イオンを打ち込む方法によって高保磁力化を図っても、同様の効果があった。

【0035】

【発明の効果】本発明は、磁気抵抗効果型再生ヘッドの

作成プロセスにおいて、端部磁区制御領域内端面間の中心位置と電極内端面間の中心位置がずれても、端部磁区制御領域両内端面とも電極内端面位置と一致するか内側にあり、電極端部で発生する磁壁を抑えるのに十分な縦バイアスを電極近傍に印加できる。したがって、バルクハウゼンノイズの発生しない磁気抵抗効果型再生ヘッドを歩留まり良く得ることができる。さらに、実質的に端部磁区制御領域の内端面間距離によってトラック幅が決まっており、オフトラック特性の良好な磁気抵抗効果型再生ヘッドを得ることができる。

【0036】さらに、本発明の磁気抵抗効果型ヘッドを再生ヘッドに用い、記録ヘッドとして誘導型磁気ヘッドを用い、重ね合わせた録再分離型ヘッドは、バルクハウゼンノイズが発生せず、狭トラック密度化が可能となった。また、このような録再分離型ヘッドを用いた磁気記録再装置は、大容量、小型化が可能であった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気抵抗効果型再生ヘッドの実施例の断面図。

【図2】硬磁性体内端面間中心と電極内端面間中心とのずれとバルクハウゼンノイズ発生率との関係を示した図。

【図3】本発明による磁気抵抗効果型再生ヘッドと従来の磁気抵抗効果型再生ヘッドのオフトラック特性を比較した図。

【図4】本発明による磁気抵抗効果型再生ヘッドの実施例の断面図。

【図5】本発明による磁気抵抗効果型再生ヘッドの実施例の断面図。

【図6】本発明による磁気抵抗効果型再生ヘッドの実施例の断面図。

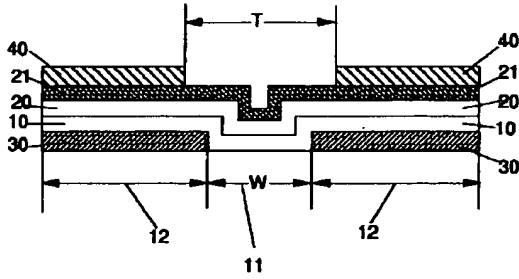
【図7】本発明による磁気抵抗効果型再生ヘッドの実施例の断面図。

【符号の説明】

10…磁気抵抗効果層、11…中央部感磁領域、12…端部磁区制御領域、13…高保磁力層、20…横方向バイアス印加用シャント膜、21…SAL膜、30…縦方向バイアス印加用硬磁性体層、40…電極層。

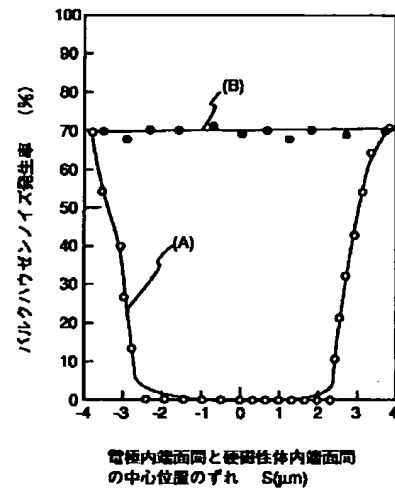
【図1】

図1



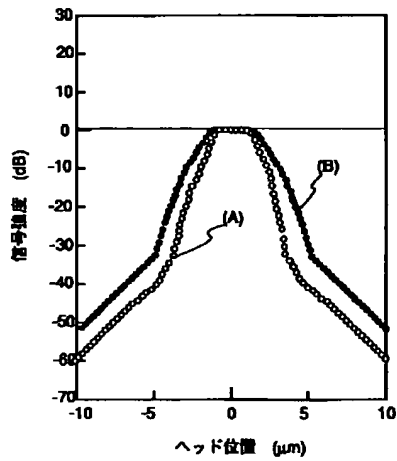
【図2】

図2



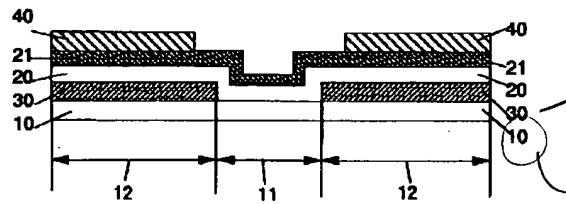
【図3】

図3



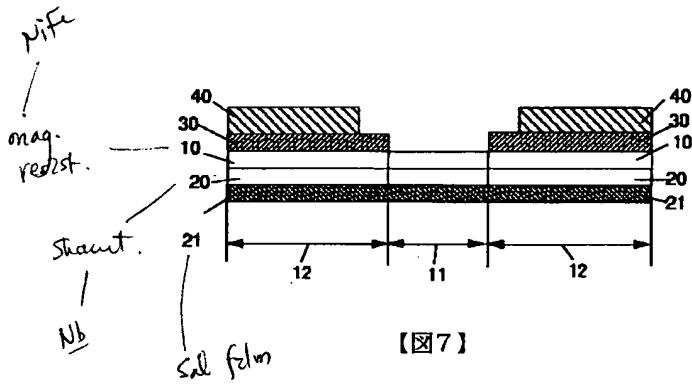
【図4】

図4



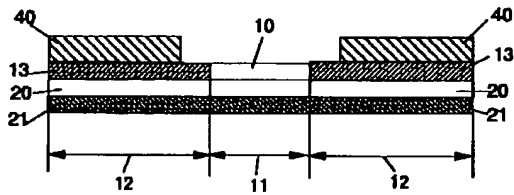
【図5】

図5

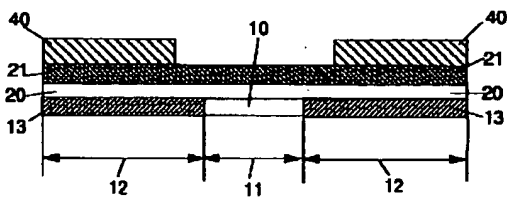


【図7】

図7



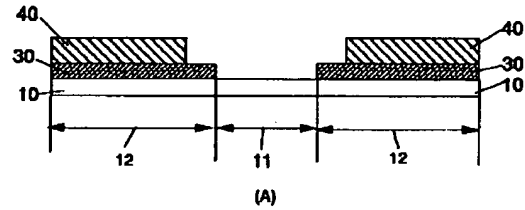
(A)



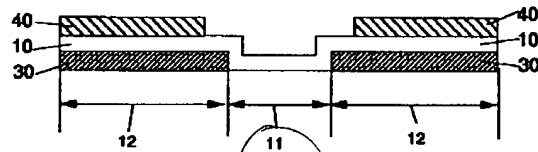
(B)

【図6】

図6



(A)



(B)

703?

フロントページの続き

(72)発明者 北田 正弘

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内